

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2006 The Thomson Corp. All rts. reserv.

013100750 **Image available**
WPI Acc No: 2000-272621/200024
XRAM Acc No: C00-083350
XRPX Acc No: N00-204230

Fuel rod, especially for nuclear reactor fuel element, comprises column of fissile pellets in sleeve tube, with plugs at each end, and thermally insulating layer

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI)

Inventor: FUCHS H

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19848581	C1	20000420	DE 1048581	A	19981021	200024 B

Priority Applications (No Type Date): DE 1048581 A 19981021

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19848581	C1	4	G21C-003/16		

Abstract (Basic): DE 19848581 C1

NOVELTY - The fuel rod comprises a column (7) of fissile material pellets in a sleeve tube (1). The tube has plugs (2,3) at both ends with support members separating the pellets from the plugs. At least one support member has a thermally insulating layer at the pellet end.

USE - As a fuel rod for a nuclear reactor.

ADVANTAGE - The sleeve tube does not become mechanically loaded.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows the column of the fuel rod.

Tube (1)

Plugs (2,3)

Column (7)

pp; 4 DwgNo 1/3

Title Terms: FUEL; ROD; NUCLEAR; REACTOR; FUEL; ELEMENT; COMPRISE; COLUMN; FISSION; PELLET; SLEEVE; TUBE; PLUG; END; THERMAL; INSULATE; LAYER

Derwent Class: K05; X14

International Patent Class (Main): G21C-003/16

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): K05-B04B

Manual Codes (EPI/S-X): X14-B04X

?



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 48 581 C 1

51 Int. Cl.⁷:
G 21 C 3/16

21 Aktenzeichen: 198 48 581.6-33
22 Anmeldetag: 21. 10. 1998
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 20. 4. 2000

DE 198 48 581 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Fuchs, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 90409 Nürnberg, DE

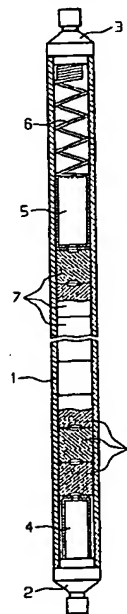
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE-AS	10 86 820
DE	42 18 023 A1
DE	33 18 138 A1
DE-OS	14 89 842
FR	26 17 322 A1
FR	22 91 578 A1
US	44 93 814

Patents abstracts of Japan, P-1825, 1994, Vol. 18,
No. 596, JP 6-2 22 174 A;

54 Brennstab für ein Brennelement zum Einsatz in einem Kernreaktor

57 Ein Brennstab mit spaltbarem Werkstoff in einem Hüllrohr (1), das an beiden Enden durch Stopfen (2, 3) verschlossen ist und mit der Tablettensäule (7) von den Stopfen (2, 3) distanzierenden Stützkörpern (4, 5) soll hinsichtlich der Volumenausnutzung an seinen Enden optimiert werden. Das ist jedoch ohne Erhöhung der mechanischen Belastung des Hüllrohres (1) in diesem Bereich zu gewährleisten. Dazu ist jeder Stützkörper (4, 5) selbst an seinem der Tablettensäule (7) zugewandten Ende als thermisch isolierende Schicht (8, 10) ausgeführt.



DE 198 48 581 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Brennstab mit einer spaltbaren Brennstoff enthaltenden Tablettensäule in einem Hüllrohr, das an beiden Enden durch Stopfen gasdicht verschlossen ist, und mit die Tablettensäule von den Stopfen distanzierenden Stützkörpern.

Kommerzielle Brennelemente wassergekühlter Kernreaktoren enthalten heute meist eine Tablettensäule mit übereinandergestapelten Brennstoff-Tabletten aus Uranoxid und/oder Plutoniumoxid, die von einem metallischen Hüllrohr radial umgeben sind. Dieses Hüllrohr ist am oberen Ende mit einem Endstopfen gasdicht verschlossen, wobei eine Druckfeder zwischen diesen Endstopfen und der Tablettensäule im Hüllrohr einen Hohlraum zum Sammeln von gasförmigen Spaltprodukten freihält. Am unteren Ende ist das Hüllrohr ebenfalls durch einen Endstopfen gasdicht abgeschlossen, der einen in axialer Richtung in das Hüllrohr hineinragenden Stützkörper, z. B. ein Rohrstück, trägt, auf dem die Tablettensäule aufliegt.

Damit die mechanische Tragfähigkeit des Stützkörpers, die bei steigender Temperatur abnimmt, während des Reaktorbetriebs nicht überschritten und die Spaltgastemperatur im Spaltgasraum nicht zu hoch wird, ist bei dieser Konstruktion bisher vorgesehen, zwischen der untersten aus spaltbarem Werkstoff bestehenden Tablette der Säule und dem Stützkörper eine wärmeisolierende Tablette, z. B. aus Natururan oder brennstofffreier Keramik anzuordnen. Bei Tabletten aus Mischoxiden ist auch zwischen der obersten Brennstofftablette und der Druckfeder eine derartige Isolations-30 tablette angeordnet. Bei Uranoxid-Tabletten wird häufig eine etwa 0,5 bis 1 mm dünne Stahlscheibe auf die oberste Brennstoff-Tablette gelegt und an die Druckfeder angeschweißt, um deren Federkraft flächenförmig auf die Tablettensäule zu übertragen.

Die Isolationstablette am unteren Brennstab-Ende hat in der Regel etwa die Abmessungen einer Brennstoff-Tablette (z. B. Zylinderdurchmesser 9 mm, Zylinderhöhe 11 mm) und nimmt daher ein verhältnismäßig großes Volumen ein, das damit nicht mehr zur Aufnahme von Brennstoff oder gasförmigen Spaltprodukten zur Verfügung steht. Die verhältnismäßig große axiale Abmessung der Isolationstablette ist erforderlich, um ein Verkanten der Tablette zu verhindern. Die äußersten Brennstoff-Tabletten erzeugen häufig eine Leistungsaufwölbung, da hier ein höherer Neutroneneinfall vorliegt als in der Mitte der Brennstoffsäule.

Aus der DE 42 18 023 A1 ist auch schon eine Anordnung bekannt, die den Ersatz der wärmeisolierenden Tablette durch einen wärmeleitenden Metallstopfen vorsieht. Über diesen wärmeleitenden Metallstopfen wird jedoch das obere Ende des Stützkörpers stark aufgeheizt, so daß die Gefahr besteht, daß das Hüllrohr mechanisch stark belastet wird.

In der DE-AS 10 86 820 ist ein Kernbrennstab beschrieben, dessen Brennstoff-Tabletten ein zentrales Loch haben, um im Zentrum der Tablettensäule einen Hohlraum zum Sammeln der gasförmigen Spaltprodukte zu bilden. Daher ist am oberen und unteren Ende der Säule kein weiterer Hohlraum mit einem Stützkörper vorgesehen, sondern die Brennstofftablettensäule liegt über je eine Isoliertablette distanzlos an den Stopfen der Hüllrohre an. Die Isoliertabletten haben dabei etwa die doppelte Höhe einer Brennstoff-Tablette.

Auch der in der FR 2291578 A1 gezeigte Brennstab enthält nur einen zentralen Gas-Sammelraum und die Tablettensäulen – die durch am Hüllrohr angeschweißte Metallscheiben in Teil-Säulen unterteilt sind – liegen ebenfalls ohne eine axiale Distanz über Isoliertabletten auf den Endstopfen an. Die gelochten Brennstoff-Tabletten und die Iso-

liertabletten sind dabei als flache Scheiben ausgebildet. Es ist aber äußerst schwierig, einen aus solchen flachen Scheiben gebildeten Stapel in ein Hüllrohr einzuschieben, da sich die Tabletten dabei verkanten und verklemmen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, in einem Brennstab für einen Kernreaktor eine zuverlässige und ausreichende thermische Isolierung zwischen der spaltbaren, Werkstoff enthaltenden Tablettensäule und einem Stützrohr zu schaffen, so daß eine mechanische Belastung des die Tablettensäule umfassenden Hüllrohres sicher ausgeschlossen ist, wobei gleichzeitig zur Erzielung einer einfachen und sicheren Montage die Anzahl der verschiedenen Einzelteile so gering wie möglich zu halten ist.

Erfindungsgemäß wird dies für einen Brennstab der eingangs genannten Art dadurch erreicht, daß jeder Stützkörper selbst an seinem der Tablettensäule zugekehrten Ende als thermisch isolierende Schicht ausgeführt ist.

Bei vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung ist vorgesehen, daß der Außendurchmesser der thermisch isolierenden Schicht nicht größer als der Außendurchmesser des Stützkörpers ist, und daß die thermisch isolierende Schicht durch eine auf das Stützkörper-Ende aufgeklebte 1 bis 5 mm dicke Scheibe aus Isolierwerkstoff gebildet ist, die mit Keramikkleber auf dem Stützkörper-Ende befestigt ist.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die Isolierschicht auf das Stützkörper-Ende aufgestrichen oder aufgesprüht ist.

Gemäß zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind alle Brennstäbe auf gleiche Art mit einer isolierenden Schicht versehen oder es sind die Brennstäbe entsprechend unterschiedlichen Randbedingungen aufgrund ihrer Anordnung im Brennelement mit unterschiedlichen isolierenden Schichten versehen.

Die erfindungsgemäße Gestaltung eines Brennstabes für Brennelemente von Kernreaktoren ist sehr vorteilhaft, weil sie einerseits eine bauliche Einheit zwischen Stützkörper und Isolierung herstellt, deren Stärke andererseits ausschließlich auf die thermischen Erfordernisse abstellbar ist.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Brennstab und

Fig. 2, 3 Stützkörper-Enden in größerem Maßstab mit unterschiedlichen Ausführungen einer thermisch isolierenden Schicht.

Ein Brennstab für ein nicht näher dargestelltes Brennelement für einen Kernreaktor ist nach außen durch ein Hüllrohr 1 sowie durch einen unteren Stopfen 2 und einen oberen Stopfen 3 gasdicht verschlossen. Ein unterer Stützkörper 4 sowie ein oberer Stützkörper 5 und eine Feder 6 halten eine vom Hüllrohr 1 umschlossene Säule aus Tabletten 7 auf Distanz zu den Stopfen 2 und 3. Beide Stützkörper sind hohl und weisen Durchbrüche 9 auf, die axiale Ausgleichsströmungen von Spaltgasen ermöglichen.

Der Stützkörper 4 trägt auf seinem der Säule aus den Tabletten 7 zugekehrten Ende eine Scheibe 8 (siehe Fig. 2) aus thermisch isolierendem Werkstoff. Die Scheibe 8 ist beispielsweise aus Keramik und mit einem Keramikkleber auf dem Stützkörper 4 befestigt.

Das durch die Feder 6 auf die Säule aus den Tabletten 7 gepreßte Ende des Stützkörpers 5 ist mit einer durch Plasmasprühen aufgetragenen, thermisch wirksamen Isolierschicht 10 versehen. Diese Isolierschicht 10 kann aber auch als Paste durch Streichen mit einem Pinsel oder gewöhnliches Spritzen aufgetragen sein und erforderlichenfalls bei Raumtemperatur oder erhöhter Temperatur ausgehärtet sein.

Wie aus Fig. 1 mit den entsprechenden Details in Fig. 2 und 3 ersichtlich, ist die Säule aus den Tabletten 7 in Achsrichtung zwischen der thermisch isolierenden Scheibe 8 und

der thermisch isolierenden Schicht 10 eingespannt, wobei thermisch bedingte unterschiedliche Längenänderungen von der Feder 7 aufgenommen und ausgeglichen werden.

Dagegen würden radiale Maßänderungen der vom Hüllrohr 1 umfaßten Bauteile, insbesondere der Stützkörper 4 und 5, das Hüllrohr 1 mechanisch belasten, sobald diese radialen Maßänderungen ein vorgesehenes Spiel überschreiten. Dieses Spiel ist im Normalfall durch Spalte zwischen dem Hüllrohr 1 einerseits und andererseits dem Stützkörper 4 bzw. 5 dargestellt.

Aufgrund der geometrischen Gestalt der Gesamtheit der in einen Reaktor eingebauten Brennstäbe sind deren Enden einem stärkeren Neutronenfluß ausgesetzt als deren mittlere Abschnitte. Demzufolge findet an den Enden eine Leistungsaufwölbung statt. Die Tabletten 7 sind so dimensioniert, daß sie die Hüllrohrwand bei den dabei erreichten Temperaturen nicht nennenswert belasten. Die Stützkörper 4 und 5 erreichen nur relativ niedrige Temperaturen, weil der Wärmefluß von den ihnen benachbarten Tabletten 7 durch die thermisch isolierende Scheibe 8 bzw. Isolierschicht 10 in gezielter Weise auf einen bestimmten Sollwert begrenzt ist. Dadurch ist auch eine mechanische Belastung des Hüllrohrs 1 durch die Stützkörper 4 und 5 in radialer Richtung ausgeschlossen.

Bei zu erwartenden unterschiedlichen thermischen Belastungen der Brennstäbe in ein und demselben Brennelement, können diese durch entsprechende Anpassung der Stärke der isolierenden Schicht 8 bzw. 10 so ausgelegt werden, daß die mechanischen Beanspruchungen gleich sind.

Abweichend vom beschriebenen Ausführungsbeispiel kann es auch zweckmäßig sein, nur unten oder nur oben im Brennstab eine thermische Isolierung vorzusehen.

Häufig ist es aus wirtschaftlichen Gründen auch vorteilhaft, die thermische Isolierung oben und unten im Brennstab gleichartig auszuführen.

Patentansprüche

1. Brennstab, insbesondere für ein Brennelement zum Einsatz in einem Kernreaktor, mit einer spaltbaren Brennstoff enthaltenden Tablettensäule (7) in einem Hüllrohr (1), das an beiden Enden durch Stopfen (2, 3) gasdicht verschlossen ist und mit die Tablettensäule (7) von den Stopfen (2, 3) distanzierenden Stützkörpern (4, 5), **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Stützkörper (4, 5) selbst an seinem der Tablettensäule (7) zugewandten Ende als thermisch isolierende Schicht (8, 10) ausgeführt ist.
2. Brennstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nur der untere Stützkörper (4) an seinem der Tablettensäule zugewandten Ende als thermisch isolierende Schicht ausgebildet ist.
3. Brennstab nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Außendurchmesser der thermisch isolierenden Schicht (8, 10) gleich groß oder kleiner ist als der Außendurchmesser des Stützkörpers (4, 5).
4. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die thermisch isolierende Schicht durch eine auf das Stützkörper-Ende aufgeklebte Scheibe (8) aus Isolierwerkstoff gebildet wird.
5. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe (8) 1 bis 5 mm dick ist.
6. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe (8) mit Keramikkleber auf dem Stützkörper-Ende befestigt ist.
7. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

durch gekennzeichnet, daß die isolierende Schicht (10) auf das Stützkörper-Ende aufgestrichen oder aufgesprüht ist.

8. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die isolierende Schicht (10) auf das Stützkörper-Ende (5) durch Plasmasprühen aufgebracht ist.

9. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper (4, 5) hohl ist und an seinem thermisch isolierenden Ende einen Durchbruch (9) aufweist.

10. Brennelement mit Brennstäben nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß alle Brennstäbe auf gleiche Art mit einer isolierenden Schicht (8, 10) versehen sind.

11. Brennelement mit Brennstäben nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstäbe entsprechend unterschiedlichen Randbedingungen aufgrund ihrer Anordnung im Brennelement mit unterschiedlich isolierenden Schichten (8, 10) versehen sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

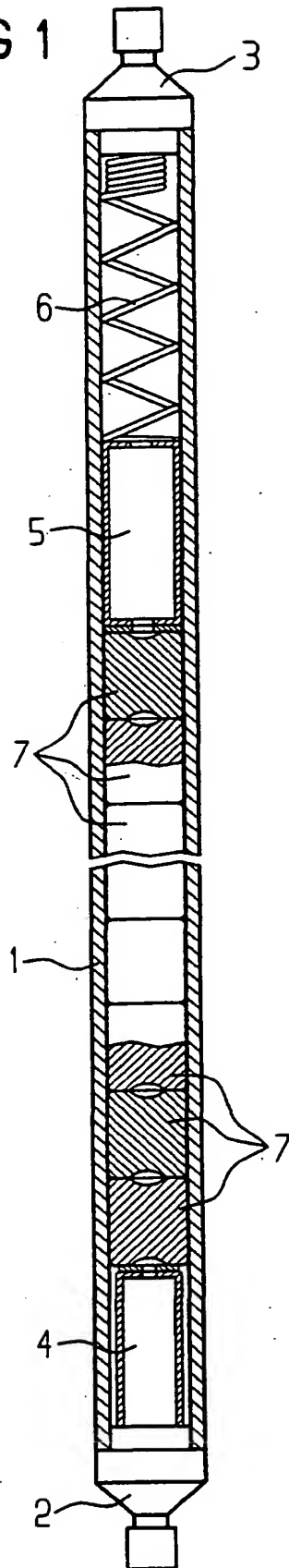


FIG 2

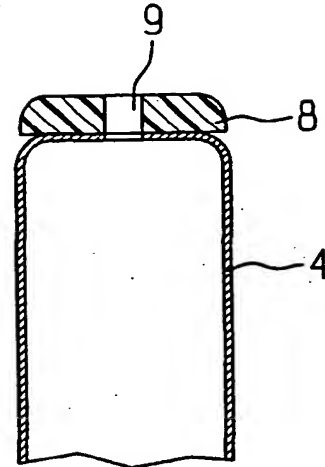
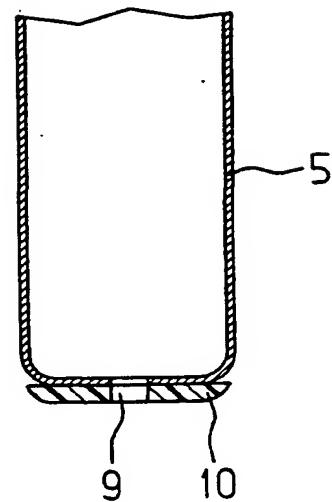


FIG 3





①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 198 48 581 C 1

⑤① Int. Cl. 7:
G 21 C 3/16

⑦① Aktenzeichen: 198 48 581.6-33
⑦② Anmeldetag: 21. 10. 1998
⑦③ Offenlegungstag: -
⑦④ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 20. 4. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦⑤ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦⑥ Erfinder:
Fuchs, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 90409 Nürnberg, DE

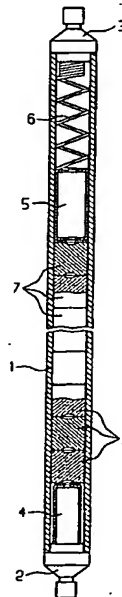
⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE-AS 10 86 820
DE 42 18 023 A1
DE 33 18 138 A1
DE-OS 14 89 842
FR 26 17 322 A1
FR 22 91 578 A1
US 44 93 814

Patents abstracts of Japan, P-1825, 1994, Vol. 18,
No. 596, JP 6-2 22 174 A;

⑤④ Brennstab für ein Brennelement zum Einsatz in einem Kernreaktor

⑤⑦ Ein Brennstab mit spaltbarem Werkstoff in einem Hüllrohr (1), das an beiden Enden durch Stopfen (2, 3) verschlossen ist und mit der Tablettensäule (7) von den Stopfen (2, 3) distanzierenden Stützkörpern (4, 5) soll hinsichtlich der Volumenausnutzung an seinen Enden optimiert werden. Das ist jedoch ohne Erhöhung der mechanischen Belastung des Hüllrohres (1) in diesem Bereich zu gewährleisten. Dazu ist jeder Stützkörper (4, 5) selbst an seinem der Tablettensäule (7) zugewandten Ende als thermisch isolierende Schicht (8, 10) ausgeführt.



DE 198 48 581 C 1

DE 198 48 581 C 1

Die Erfindung betrifft einen Brennstab mit einer spaltbaren Brennstoff enthaltenden Tablettensäule in einem Hüllrohr, das an beiden Enden durch Stopfen gasdicht verschlossen ist, und mit die Tablettensäule von den Stopfen distanzierenden Stützkörpern.

Kommerzielle Brennelemente wassergekühlter Kernreaktoren enthalten heute meist eine Tablettensäule mit übereinandergestapelten Brennstoff-Tabletten aus Uranoxid und/oder Plutoniumoxid, die von einem metallischen Hüllrohr radial umgeben sind. Dieses Hüllrohr ist am oberen Ende mit einem Endstopfen gasdicht verschlossen, wobei eine Druckfeder zwischen diesen Endstopfen und der Tablettensäule im Hüllrohr einen Hohlraum zum Sammeln von gasförmigen Spaltprodukten freihält. Am unteren Ende ist das Hüllrohr ebenfalls durch einen Endstopfen gasdicht abgeschlossen, der einen in axialer Richtung in das Hüllrohr hineinragenden Stützkörper, z. B. ein Rohrstück, trägt, auf dem die Tablettensäule aufliegt.

Damit die mechanische Tragfähigkeit des Stützkörpers, die bei steigender Temperatur abnimmt, während des Reaktorbetriebs nicht überschritten und die Spaltgastemperatur im Spaltgasraum nicht zu hoch wird, ist bei dieser Konstruktion bisher vorgesehen, zwischen der untersten aus spaltbarem Werkstoff bestehenden Tablette der Säule und dem Stützkörper eine wärmeisolierende Tablette, z. B. aus Naturan oder brennstofffreier Keramik anzuordnen. Bei Tabletten aus Mischoxiden ist auch zwischen der obersten Brennstofftablette und der Druckfeder eine derartige Isolationstablette angeordnet. Bei Uranoxid-Tabletten wird häufig eine etwa 0,5 bis 1 mm dünne Stahlscheibe auf die oberste Brennstoff-Tablette gelegt und an die Druckfeder angeschweißt, um deren Federkraft flächenförmig auf die Tablettensäule zu übertragen.

Die Isolationstablette am unteren Brennstab-Ende hat in der Regel etwa die Abmessungen einer Brennstoff-Tablette (z. B., Zylinderdurchmesser 9 mm, Zylinderhöhe 11 mm) und nimmt daher ein verhältnismäßig großes Volumen ein, das damit nicht mehr zur Aufnahme von Brennstoff oder gasförmigen Spaltprodukten zur Verfügung steht. Die verhältnismäßig große axiale Abmessung der Isolationstablette ist erforderlich, um ein Verkanten der Tablette zu verhindern. Die äußersten Brennstoff-Tabletten erzeugen häufig eine Leistungsaufwölbung, da hier ein höherer Neutroneneinfall vorliegt als in der Mitte der Brennstoffsäule.

Aus der DE 42 18 023 A1 ist auch schon eine Anordnung bekannt, die den Ersatz der wärmeisolierenden Tablette durch einen wärmeleitenden Metallstopfen vorsieht. Über diesen wärmeleitenden Metallstopfen wird jedoch das obere Ende des Stützkörpers stark aufgeheizt, so daß die Gefahr besteht, daß das Hüllrohr mechanisch stark belastet wird.

In der DE-AS 10 86 820 ist ein Kernbrennstab beschrieben, dessen Brennstoff-Tabletten ein zentrales Loch haben, um im Zentrum der Tablettensäule einen Hohlraum zum Sammeln der gasförmigen Spaltprodukte zu bilden. Daher ist am oberen und unteren Ende der Säule kein weiterer Hohlraum mit einem Stützkörper vorgesehen, sondern die Brennstofftablettenscheiben liegen über je eine Isoliertablette distanzlos an den Stopfen der Hüllrohre an. Die Isoliertabletten haben dabei etwa die doppelte Höhe einer Brennstoff-Tablette.

Auch der in der FR 2291578 A1 gezeigte Brennstab enthält nur einen zentralen Gas-Sammelraum und die Tablettensäulen - die durch am Hüllrohr angeschweißte Metallscheiben in Teil-Säulen unterteilt sind - liegen ebenfalls ohne eine axiale Distanz über Isoliertabletten auf den Endstopfen an. Die gelochten Brennstoff-Tabletten und die Iso-

liertabletten sind dabei als flache Scheiben ausgebildet. Es ist aber äußerst schwierig, einen aus solchen flachen Scheiben gebildeten Stapel in ein Hüllrohr einzuschieben, da sich die Tabletten dabei verkanten und verklammen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, in einem Brennstab für einen Kernreaktor eine zuverlässige und ausreichende thermische Isolierung zwischen der spaltbaren, Werkstoff enthaltenden Tablettensäule und einem Stützkörper zu schaffen, so daß eine mechanische Belastung der die Tablettensäule umfassenden Hüllrohres sicher ausgeschlossen ist, wobei gleichzeitig zur Erzielung einer einfachen und sicheren Montage die Anzahl der verschiedenen Einzelteile so gering wie möglich zu halten ist.

Erfindungsgemäß wird dies für einen Brennstab der eingangs genannten Art dadurch erreicht, daß jeder Stützkörper selbst an seinem der Tablettensäule zugekehrten Ende als thermisch isolierende Schicht ausgeführt ist.

Bei vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung ist vorgesehen, daß der Außendurchmesser der thermisch isolierenden Schicht nicht größer als der Außendurchmesser des Stützkörpers ist, und daß die thermisch isolierende Schicht durch eine auf das Stützkörper-Ende aufgeklebte 1 bis 5 mm dicke Scheibe aus Isolierwerkstoff gebildet ist, die mit Keramikkleber auf dem Stützkörper-Ende befestigt ist.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die Isolierschicht auf das Stützkörper-Ende aufgestrichen oder aufgesprüht ist.

Gemäß zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind alle Brennstäbe auf gleiche Art mit einer isolierenden Schicht versehen oder es sind die Brennstäbe entsprechend unterschiedlichen Randbedingungen aufgrund ihrer Anordnung im Brennelement mit unterschiedlichen isolierenden Schichten versehen.

Die erfindungsgemäße Gestaltung eines Brennstabes für Brennelemente von Kernreaktoren ist sehr vorteilhaft, weil sie einerseits eine bauliche Einheit zwischen Stützkörper und Isolierung herstellt, deren Stärke andererseits ausschließlich auf die thermischen Erfordernisse abstellbar ist.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Brennstab und

Fig. 2, 3 Stützkörper-Enden in größerem Maßstab mit unterschiedlichen Ausführungen einer thermisch isolierenden Schicht.

Ein Brennstab für ein nicht näher dargestelltes Brennelement für einen Kernreaktor ist nach außen durch ein Hüllrohr 1 sowie durch einen unteren Stopfen 2 und einen oberen Stopfen 3 gasdicht verschlossen. Ein unterer Stützkörper 4 sowie ein oberer Stützkörper 5 und eine Feder 6 halten eine vom Hüllrohr 1 umschlossene Säule aus Tabletten 7 auf Distanz zu den Stopfen 2 und 3. Beide Stützkörper sind hohl und weisen Durchbrüche 9 auf, die axiale Ausgleichsströmungen von Spaltgasen ermöglichen.

Der Stützkörper 4 trägt auf seinem der Säule aus den Tabletten 7 zugekehrten Ende eine Scheibe 8 (siehe Fig. 2) aus thermisch isolierendem Werkstoff. Die Scheibe 8 ist beispielsweise aus Keramik und mit einem Keramikkleber auf dem Stützkörper 4 befestigt.

Das durch die Feder 6 auf die Säule aus den Tabletten 7 gepreßte Ende des Stützkörpers 5 ist mit einer durch Plasmasprühen aufgetragenen, thermisch wirksamen Isolierschicht 10 versehen. Diese Isolierschicht 10 kann aber auch als Paste durch Streichen mit einem Pinsel oder gewöhnliches Spritzen aufgetragen sein und erforderlichenfalls bei Raumtemperatur oder erhöhter Temperatur ausgehärtet sein.

Wie aus Fig. 1 mit den entsprechenden Details in Fig. 2 und 3 ersichtlich, ist die Säule aus den Tabletten 7 in Achsrichtung zwischen der thermisch isolierenden Scheibe 8 und

der thermisch isolierenden Schicht 10 eingespannt, wobei thermisch bedingte unterschiedliche Längenänderungen von der Feder 7 aufgenommen und ausgeglichen werden.

Dagegen würden radiale Maßänderungen der vom Hüllrohr 1 umfaßten Bauteile, insbesondere der Stützkörper 4 und 5, das Hüllrohr 1 mechanisch belasten, sobald diese radialen Maßänderungen ein vorgesehenes Spiel überschreiten. Dieses Spiel ist im Normalfall durch Spalte zwischen dem Hüllrohr 1 einerseits und andererseits dem Stützkörper 4 bzw. 5 dargestellt.

Aufgrund der geometrischen Gestalt der Gesamtheit der in einen Reaktor eingebauten Brennstäbe sind deren Enden einem stärkeren Neutronenfluß ausgesetzt als deren mittlere Abschnitte. Demzufolge findet an den Enden eine Leistungsaufwölbung statt. Die Tabletten 7 sind so dimensioniert, daß sie die Hüllrohrwand bei den dabei erreichten Temperaturen nicht nennenswert belasten. Die Stützkörper 4 und 5 erreichen nur relativ niedrige Temperaturen, weil der Wärmefluß von den ihnen benachbarten Tabletten 7 durch die thermisch isolierende Scheibe 8 bzw. Isolierschicht 10 in gezielter Weise auf einen bestimmten Sollwert begrenzt ist. Dadurch ist auch eine mechanische Belastung des Hüllrohrs 1 durch die Stützkörper 4 und 5 in radialer Richtung ausgeschlossen.

Bei zu erwartenden unterschiedlichen thermischen Belastungen der Brennstäbe in ein und demselben Brennelement, können diese durch entsprechende Anpassung der Stärke der isolierenden Schicht 8 bzw. 10 so ausgelegt werden, daß die mechanischen Beanspruchungen gleich sind.

Abweichend vom beschriebenen Ausführungsbeispiel kann es auch zweckmäßig sein, nur unten oder nur oben im Brennstab eine thermische Isolierung vorzusehen.

Häufig ist es aus wirtschaftlichen Gründen auch vorteilhaft, die thermische Isolierung oben und unten im Brennstab gleichartig auszuführen.

Patentansprüche

1. Brennstab, insbesondere für ein Brennelement zum Einsatz in einem Kernreaktor, mit einer spaltbaren Brennstoff enthaltenden Tablettsäule (7) in einem Hüllrohr (1), das an beiden Enden durch Stopfen (2, 3) gasdicht verschlossen ist und mit die Tablettsäule (7) von den Stopfen (2, 3) distanzierenden Stützkörpern (4, 5), **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Stützkörper (4, 5) selbst an seinem der Tablettsäule (7) zugewandten Ende als thermisch isolierende Schicht (8, 10) ausgeführt ist.
2. Brennstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nur der untere Stützkörper (4) an seinem der Tablettsäule zugewandten Ende als thermisch isolierende Schicht ausgebildet ist.
3. Brennstab nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Außendurchmesser der thermisch isolierenden Schicht (8, 10) gleich groß oder kleiner ist als der Außendurchmesser des Stützkörpers (4, 5).
4. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die thermisch isolierende Schicht durch eine auf das Stützkörper-Ende aufgeklebten Scheibe (8) aus Isolierwerkstoff gebildet wird.
5. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe (8) 1 bis 5 mm dick ist.
6. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe (8) mit Keramikkleber auf dem Stützkörper-Ende befestigt ist.
7. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

durch gekennzeichnet, daß die isolierende Schicht (10) auf das Stützkörper-Ende aufgestrichen oder aufgesprüht ist.

8. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die isolierende Schicht (10) auf das Stützkörper-Ende (5) durch Plasmasprühen aufgebracht ist.

9. Brennstab nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper (4, 5) hohl ist und an seinem thermisch isolierenden Ende einen Durchbruch (9) aufweist.

10. Brennelement mit Brennstäben nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß alle Brennstäbe auf gleiche Art mit einer isolierenden Schicht (8, 10) versehen sind.

11. Brennelement mit Brennstäben nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstäbe entsprechend unterschiedlichen Randbedingungen aufgrund ihrer Anordnung im Brennelement mit unterschiedlich isolierenden Schichten (8, 10) versehen sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

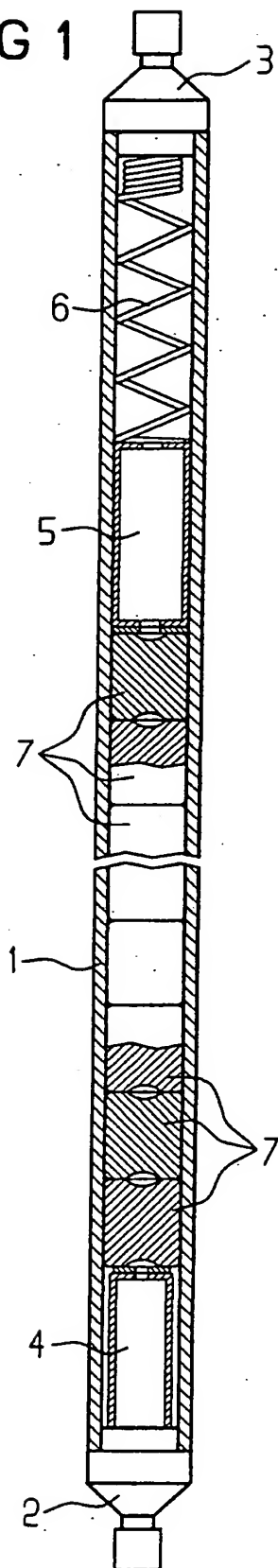


FIG 2

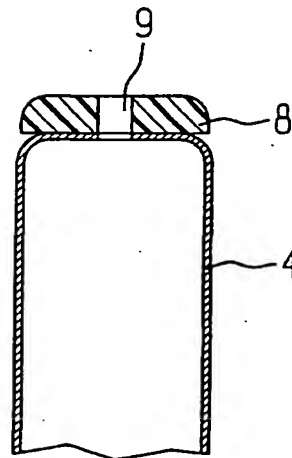


FIG 3

